

ТРЕТА МЕЃУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА

19-20 СЕПТЕМВРИ 2013, СКОПЈЕ



ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ



Република Македонија
Министерство за животна средина
и просторно планирање

ИЗДАВАЧ

АДКОМ – Здружение на даватели на комунални услуги на Р. Македонија

Редакциски одбор

Проф.Д-р. Билјана Ангелова – УКИМ –Директор –Економски институт Скопје

Доц.Д-р. Дејан Мираковски – Универзитет Гоце Делчев – Штип,
Декан на Машински Факултет

Проф.Д-р. Муртезан Исмаили Универзитет за Југоисточна европа –
Институт за животна средина – Директор

М-р Ана Каранфилова Мазневска – МЖСПП – Управа за животна средина ,
Раководител на сектор за управување со отпад

Д-р. Теодора О.Грнчаровска – МЖСПП Државен советник за климатски промени

Печатењето на зборникот на трудови финансиски е поддржано од:

Германско друштво за интернационална соработка (ГИЗ)

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Дизајн и уредување:

Бригада дизајн – Скопје

Печатење:

Пропоинт

Тираж:

250

Содржина

ПАНЕЛ 1: УПРАВУВАЊЕ СО ОТПАД ВО НАСОКА НА НЕГОВО ИСКОРИСТУВАЊЕ ЗА ЕНЕРГЕТСКИ ЦЕЛИ

Стратегии за управување со биоотпад во светлината на политиката на ЕУ Енцо Фавоино - Италија	11
Користење на повисока методологија за пресметување на емисии на метан од одложен комунален отпад на депонии Игор Ристовски - Р. Македонија	27
Задачи, функции и нивоа на управување со комунален отпад Иво Дукоски Р. Македонија	31
Емисија за издувни гасови во оптимално собирање и справување со тврди отпад Мишко Цидров Р. Македонија	39
Електронски отпад – искуства и препораки Киера Винченцо – Италија	42
Геосинтетски глинен слој или слој од полиелектролитен гел за непропустливи бариери при изградба и санација на депониите од комуналниот отпад Драгољуб Урошевиќ - Република Србија	45

ПАНЕЛ 2: ВЛИЈАНИЕ НА ОТПАДОТ ВРЗ КЛИМАТСКИТЕ ПРОМЕНИ

ЕМИСИЈА НА ГАСОВИ ОД ДЕПОНИИ ЗА ЦВРСТ КОМУНАЛЕН ОТПАД (ЦКО) Дејан Мираковски - Р. Македонија	53
ФОКУС НА ШТЕТАТА ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА: КОН НАОГАЊЕ НА ЗАЕДНИЧКА ДЕФИНИЦИЈА НА МЕРКИ ЗА КОМПЕНЗАЦИЈА Паоло Риналди – Р. Италија	57
НАМАЛУВАЊЕ НА СТАКЛЕНИЧКИТЕ ГАСОВИ ОД ОТПАДОТ ПРЕКУ КОМПОСТИРАЊЕ Игор Ристовски - Р. Македонија	61
ОПТИМИЗИРАЊЕ НА ЦИКЛУСОТ ЈАГЛЕРОД Енцо Фавоино – Италија	65

ПАНЕЛ 3: ИНСТИТУЦИОНАЛНИ АСПЕКТИ И ИНФРАСТРУКТУРА ЗА ИМПЛЕМЕНТИРАЊЕ НА СИСТЕМИ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО ОТПАД

ДРЖАВЕН ИНСПЕКТОРАТ ЗА ЖИВОТНА СРЕДИНА Дарко Блинов – Р. Македонија	81
ИМПЛЕМЕНТИРАЊЕ НА ИНФРАСТРУКТУРНИ ПРОЕКТИ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО ОТПАД ВО ЈУГОИСТОЧНА ЕВРОПА Марко Цацаноски – Р. Македонија	91

ПОДИГНУВАЊЕ НА ЈАВНАТА СВЕСТ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО ОТПАД ВО ПОЛОШКИОТ РЕГИОН	95
Муртезан Исмаили – Р. Македонија	
ИСКУСТВА И НАУЧЕНИ ЛЕКЦИИ КОРИСТЕЈЊИ ГО ПЕФ КАКО АЛТЕРНАТИВНО ГОРИВО ВО ТИТАН ФАБРИКАТА ЗА ЦЕМЕНТ ВО БУГАРИЈА	99
Горѓи Тагарински – Бугарија	
СЛЕДЕЊЕ И УПРАВУВАЊЕ СО ОТПАД ВО СИСТЕМОТ САП	113
Илија Тодоровски – Р.Македонија	
ПРОИЗВОДСТВО НА ЕНЕРГИЈА ОД ОТПАД ВО СЕВЕРОИСТОЧНИОТ ПЛАНСКИ РЕГИОН НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	121
Лилјана Пеева – Р.Македонија	
НАЦИОНАЛНА ПРОЦЕНКА ЗА ПОТРЕБИТЕ ЗА ТЕХНОЛОГИЈА И КАПАЦИТЕТИ ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА ЕМИСИИТЕ НА СТАКЛЕНИЧКИ ГАСОВИ ОД СЕКТОРОТ ОТПАД	127
Милена Манова – Р.Македонија	

ПАНЕЛ 4: СОВРЕМЕНИ ПРИСТАПИ ВО ИЗГРАДБА НА „БЕЗБЕДНИ“ ДЕПОНИИ И ОДЛАГАЊЕ НА КОМУНАЛЕН И ИНДУСТРИСКИ ОТПАД

НЕСТАНДАРДНИТЕ ДЕПОНИИ КАКО ИЗВОРИ НА ЕМИСИИ НА НЕНАМЕРНИ НЕРАЗГРАДЛИВИ ОРГАНСКИ ЗАГАДУВАЧИ (ПОПС)	135
Марјан Михајлов – Р.Македонија	
ПРВИЧНА ИНВЕНТАРИЗАЦИЈА НА ИНДУСТРИСКИ ХЕМИКАЛИИ РОРs ВО ОТПАД ОД ЕЛЕКТРИЧНА И ЕЛЕКТРОНСКА ОПРЕМА И ОТПАД ОД ДОТРАЕНИ ВОЗИЛА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	143
Славјанка Пејчиновска – Андонова Р.Македонија	
ПРИДОНЕС КОН ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА СО ИНСТАЛИРАЊЕ НА ПОСТРОЈКА ЗА СОГОРУВАЊЕ НА ОПАСЕН ОТПАД ВО РАМКИТЕ НА ДЕПОНИЈАТА ДРИСЛА – СКОПЈЕ	149
Магдалена Трајковска – Трпевска Р.Македонија	

ЕМИСИЈА НА ГАСОВИ ОД ДЕПОНИИ ЗА ЦВРСТ КОМУНАЛЕН ОТПАД (ЦКО)

Дејан Мираковски¹ Марија Хади-Николова¹ Зоран Панов¹ Зоран Десподов¹ Николинка Донева¹ Стојанче Мијалковски¹

¹Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

АПСТРАКТ

Емисијата на гасови од депониите за ЦКО, (депониски гасови), се јавува како резултат на бројните биолошки, хемиски, физички и други реакции, при разградување на органскиот отпад под дејство на микроорганизми во анаеробни услови. Емисијата на депониските гасови се контролира со инсталирање на систем за собирање и согорување на депонискиот гас. Главни состојки на депонискиот гас се CH_4 и CO_2 , а како резултат на работата на системот за контрола на депонискиот гас доаѓа до емисија на продуктите на согорување, како што се CO , NO_x , SO_2 , HCl , цврсти честици и др.

Во трудот ќе биде презентирана методологија за процена на емисијата на примарните и секундарните состојки на депонискиот гас со користење на емисиони фактори. Исто така ќе бидат елаборирани основите технологии и мерки за контрола и намалување на овие емисии.

Клучни зборови: депонии, емисии, метан, стакленички гасови, климатски промени

ВОВЕД

Глобалното затоплување и климатските промени стануваат дел од секојдневието на нашата генерација и предмет на бројни регулативи и прописи, кои добиваат посебна важност и интензитет во последните децении. Во основа, процесот на глобалното затоплување се препишува на антропогените емисии на енормни количества на специфични гасови во атмосферата, познати под заедничко име како стакленички гасови. Континуираното зголемување на концентрацијата на овие гасови во атмосферата резултира со ефект на стаклена градина и постепено зголемување на температурата на земјината површина.

Имајќи во предвид дека метанот е еден од главните контрибутори на ефектот на стаклена градина, регулаторите ширум светот имплементираат политики и стратегии за намалување на емисиите на метан од депониите на комунален отпад. Во Мај 2003 година Обединетите Нации (UN) усвојуваат протокол за емисиите на полутанти и нивна регистрација, познат како PRTRs или Киев протокол. Според овој документ меѓу другите барања, предвидено е од 2007 година сите депонии на комунален отпад што имаат дневен капацитет над 10 тони, или вкупен капацитет од 25.000 тони да ги дефинираат очекуваните емисии на метан и да ги направат јавно достапни. Европската Унија има сличен систем за регистрација на емисиите на полутанти (European Pollutants Emission Register- EPER), кој пропишува јасни правила за опфатот, комплетноста и точноста на податоците кој мора да бидат вклучени во оваа јавно достапна база.

Имајќи ги во предвид горе наведените констатации, во овој труд е направен обид да се презентираат основните на процесот на процена на емисиите на стакленички гасови од депониите и мерките за нивна контрола и намалување. Овие техники би требало да бидат вклучени во сите анализи при воведување на нови стратегии за управување со отпадот, имплементација на мерки за подобрување и заштита, како и дел од кампањите за подобрување на информираноста на државните органи и јавноста.

СТАКЛЕНИЧКИТЕ ГАСОВИ И ДЕПОНИИТЕ

Депониите се втор најголем антропоген извор на метан [2], со вкупно 22 % од вкупните емисии на метан во САД (2008). Имајќи го во предвид фактот дека ефектот на метанот како „стакленички гас“ е 21 пати поинтензивен од тој на CO₂, јасно е дека овие емисии се потенцијално поопасни во споредба со другите извори.

Генерално интензитетот на создавање и составот на депониските гасови зависи од повеќе фактори, а пред се од вкупното количество на отпад депонирано на депонијата, староста на отпадот (односно годишниот капацитет на депонијата), видот на отпадот кој се депонира и климатските услови на локацијата (пред се годишната сума на врнежи).

Во зависност од фазата во која се наоѓа депонијата, се формираат различни гасови како CO₂, CO, H₂, H₂S, CH₄, N₂ и O₂ при што интензитетот на создавање е најинтензивен во анаеробната фаза со CO₂ и CH₄ како примарни полутанти. Основните карактеристики на најзначајните гасови, дадени се во табела 1.

Табела 1. Основни гасови кои се емитираат од депониите на комунален отпад.

Полутант	Густина (g/l)	Мирис	Боја	Запаливост	Коментар
Метан	0,71	Не	Не	Да	Ниско растворлив во вода. Екстремно стакленички гас.
Јаглерод диоксид	1,98	Не	Не	Не	Лесно се раствора во вода, формира корозивни раствори со ниско рН.
Водород сулфид	1.53	Да	Не	Да	Силен мирис на расипано јајце. Отровен гас.

Првата фаза на деградација на отпадот е проследена со создавање на големи количества водород и јаглерод диоксид, како резултат на хидролизата и ферментацијата на органските фракции содржани во отпадот. Со зголемување на киселоста, се намалува количината на водород и се создаваат услови за формирање на микроорганизми кои генерираат метан од органските киселини и нивните деривати. Фазата на генерирање метан е вообичаено главна фаза на формирање депониски гасови, со приближен волуменски состав од 60% метан и 40% јаглерод диоксид. Оваа фаза трае со години при што интензитетот на создавање на метан е зголемен во почетниот период и постепено се

намалува со завршување на процесите на распаѓање. Точното времетраење и количествата на гас кои ќе се генерираат зависат од количествата на биоразградив отпад во депонијата како и присуството на микроорганизми, соодветни аеробни и анаеробни услови и влага.

МЕТОДИ ЗА ПРОЦЕНА НА НЕКОНТРОЛИРАНИТЕ ЕМИСИИ

Како што погоре во повеќе наврати беше споменато, интензитетот на создавање и емисиите на различните гасни компоненти, е условен од многу фактори поради што процесот на проценка на вкупните емисии е многу комплексен и најчесто недоволно прецизен.

Сепак, за потребите на планирање и рапортирање до надлежните институции, разработени се прифатливи методологии за проценка на емисиите, базирани на обемни теренски и лабораториски истражувања. Вообичаено овие методологии ги дефинираат неконтролираните емисии, додека за локациите на кој се применети одредени мерки за контрола (дренажни системи, постројки за третман...) емисиите се намалуваат процентуално согласно проценетата ефикасност на мерките за контрола.

Еден од најшироко прифатените модели за неконтролирани емисии на метан од депониите на комунален отпад е теоретскиот кинетички модел од прв ред на производство на метан, разработен од Канцеларијата за планирање на квалитетот на воздухот и стандарди (US EPA) [3]. Овој метод на проценка на емисиите може да резултира со проценка на повисоко ниво на емисии, бидејќи истиот овозможува проценка на создавање на депонискиот гас, без да се анализира процесот на трансфер на гасовите од депонијата во атмосферата. Во зависност од конфигурацијата и карактеристиките на депонијата, значителни количества гас може да бидат задржани во телот на депонијата, при што се јавува последователна микробиолошка деградација на присутните органските компоненти на депонискиот гас во рамки на површинскиот слој на депонијата. За овој процес нема идентификувано податоци со кои би можел соодветно да се квантифицира, поради што при проценка на емисиите, се претпоставува биодеградацијата на компонентите на депонискиот гас да биде незначителна.

Основната равенка со која е опишан моделот на емисиите од депониите е следна:

$$Q_{CH_4} = L_o R (e^{-kc} - e^{-kt})$$

каде што:

Q_{CH_4} – степен на создавање на метан во единица време t , (m^3 /годишно);

L_o – потенцијално создавање на метан, (m^3CH_4 / mg отпад);

R – просечна годишна стапка на прифаќање на отпад за време на активниот живот, (t /годишно);

e – логаритамска основа, бездимензионален број;

k – константа на степен на создавање на метан, ($год.^{-1}$);

c – време по затварање на депонијата, (години, $c=0$ за активни депонии) и

t – време по одлагање на првите отпадоци, (години).

Обично, информациите за променливите големина R , c и t се познати за дадена локација на депонијата. Доколку недостасуваат податоци за стапката на прифаќање, R , или не се познати, може да се пресмета како количник од одложениот отпад и годините на постоење на депонијата. Доколку за депонијата постои документација дека на одреден нејзин дел се одлага само неразградлив отпад, тогаш отпадот од овој дел може да се исклучи при пресметката на R . Неразградливиот отпад вклучува: бетон, тули, камен, стакло, малтер, гипсени плочи, цевки, пластика и метални предмети. Просечната годишна стапка на прифаќање на отпад треба да се проценува со овој метод само кога постојат несоодветни информации за актуелната годишна стапка на прифаќање. (Забелешка: Поголема прецизност во процената на емисии може да се постигне со користење на податоци за карактеристичната локација и депонискиот модел на ЕРА, бидејќи моделот може да изврши пресметка на создавањето на метан врз основа на годините на постоење на секој сегмент од депонијата).

Вредноста на променливите L_0 и k се пресметува или усвојува од табели со емпириски вредности. Капацитетот на отпадот за потенцијално создавање на метан (L_0) зависи од органските состојки на отпадот (во прв ред целулоза) и може да варира во широки граници (6,2 до 270 $m^3 CH_4/mg$ отпад). Вредноста на константата на создавање на метан (k) зависи од влажноста, рН, температурата и други фактори на околната средина, како и од условите на депонијата. Најчесто овие вредности се усвојуваат од препорачаните вредности AP-42 за L_0 и k . Препорачаните AP-42 стандардни вредности вклучуваат вредност за k од 0,04/годишно за области со врнежи повеќе од 635 mm годишно и 0,02/годишно за сушните области (<635 mm врнежи годишно). Овие препорачани вредности се базирани на споредба на податоците за предвидените вредности на создаден метан со обновените податоци за депонискиот гас. Стандардната вредност за L_0 од 100 m^3/mg отпад е препорачана за целите на инвентарот на емисии, пред се поради тоа што на овој начин се обезбедува подобро усогласеност на проценетите емисии.

Кога создавањето на гасовите ќе ги достигне условите на стационарна состојба, сместа на гасови кои се емитираат од депониите се состои приближно од: 40% CO_2 , 55% CH_4 , до 5% азот (и останати атмосферски гасови) и само траги од неметански органски компоненти (обично, помалку од 2%).

Поради ова, процената направена за создавањето на метан користејќи го депонискиот модел може исто така да се искористи за пресметка на создавањето на CO_2 (т.е. $CO_2 = 40/55 \times CH_4$). Збирот на емисии на метан, азот и CO_2 ќе ја даде процената на вкупната емисија на депониски гас.

Заради поедноставување на процесот и зголемување на точноста, препорачливо е процената на емисиите да се врши со некои од бесплатно достапните софтвери за моделирање изготвени од специјализирани институции или владини агенции, како што се Landfill Emissions Assistant-LEA од DEWHA, LandGEM од US EPA или GasSimLite изработен од UK Environmental Agency [6].

Landfill Emissions Assistant-LEA и LandGEM се детерминистички модели развиени како вкрстени табели во Excel, а на база на препорачаните емисиони профили на US EPA AP-

42. Овие модели го третираат целото количество отпад како биоразградливо, поради што во пресметките неопходно е да се вклучи само ваквиот отпад.



Слика 1. Насловен екран на GasSimLite

GasSimLite е симулационен модел, кој може да ја вклучи несигурноста на податоците (моделот прифаќа податоци во форма на опсег, од – до) и дава резултати во форма на средни вредности и опсег. Овој модел исто така го вклучува биоразградливиот отпад но добиените резултати не бараат корекција. Исто така вој модел може да ги процени емисиите на гасови добиени со согорување на депониските гасови. Сепак овој софтвер е значително посложен и бара подетално познавање на карактеристиките на депонијата која се моделира.

ТЕХНОЛОГИИ И МЕРКИ ЗА КОНТРОЛА НА ЕМИСИИТЕ

Во основа, мерките за намалување и контрола на емисиите на стакленички гасови од депониите може да се поделат на организациони и технички. Организационите мерки се изразени низ политиките и системите за управување со отпадот, додека техничките мерки вклучуваат одредени техники и постапки кои ги редуцираат или елиминираат емисиите од постојните депонии.

Правилните политики за управување со отпадот и нивниот постојан развој се основа за успешна контрола на емисиите. Политиките посебно насочени кон редуцирање на количествата на отпад преку поефикасно и поцелосно рециклирање (Директивата за отпад од пакување од 1994 година), како и пренасочување на биоразградливиот отпад надвор од депониите за комунален отпад (Директивата за депонии од 1999 година) би

требало да резултираат со драстично намалување на емисиите на депониски гасови. Според процените на Европската агенција за животна средина (ЕЕА), како резултат на овие политики, вкупните емисии на CO₂ еквивалент би требало да се намалат од 55 милиони тони во 1998, на само 10 милни тони во 2020 година [4]. Според оваа анализа [4] покрај трендот на зголемување на количеството на отпад по глава на жител во наредниот период, како резултат на подоброто управување, а пред се поефикасното рециклирање и поголемиот степен на инценерација на отпадот, постои јасен тренд на намалување на емисиите на стакленички гасови од депониите.

Технологиите за контрола на емисиите можат да се поделат во три основни групи и тоа технологии за подобро собирање на гасовите, технологии за намалување на емисиите (заптиввање на депониите) и технологиите за оксидација на метанот. Сумарен приказ на мерките за контрола даден е во табела 2. Во табелата се дадени податоци за проценетата ефикасност на поедините технологии, капиталните и оперативните трошоци, како и важни податоци за нивната применливост.

Табела 2. Приказ на постојните технологии за контрола на емисиите на гасови од депонии [5]

Технологија	Применливост	Ефикасност	Капитални Трошоци	Оперативни Трошоци	Забелешки
Подобрување на собирањето на депониските гасови	Сите депонии	Варира	50000 €/ha	8000 €/ha	Трошоците и перформансите варираат во зависност од видот на покривката
Согорување со отворен пламен	Сите депонии со систем за собирање на гасовите	99%			Создава емисии на NO _x и CO.
Турбина	За поголеми депонии со систем за собирање на гасовите	99%	1200 €/kW	110 €/kW	Создава емисии на NO _x и CO. Создава добивка!
Мотор		96-98%	1350 €/kW	140 €/kW	
Микро-турбина		99%	4500 €/kW	320 €/kW	
Мал мотор		96-98%	1900 €/kW	180 €/kW	
Когенератор		96-99%	1900 €/kW	140 €/kW	
Био-покривка	Сите депонии	32 %	40000 €/ha	/	
Биофилтрациски слој		19 %	/	/	

Податоците за ефикасноста и трошоците на поедините технологии се приближно пресметани или превземени од Прирачникот за развој на енергетски проекти на депониите (US EPA, 2010).

НАМЕСТО ЗАКЛУЧОК

Во периодот на интензивни промени и имплементација на нови системи за управување со цврстиот комунален отпад низ регионален пристап, пошироките познавања на овие аспекти на депонирањето на комуналниот отпад се од големо значење. Императив е надлежните институции преку поголеми технички познавања да ги зголемат капацитетите за примена на новите мерки и целосно усогласување на националните системи за управување со отпад во светските практики и трендови.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Veronica K. Figueroa, Kevin R. Mackie, Nick Guarriello and C. David Cooper, 2009; A Robust method for estimation of landfill methane emissions; Journal of air and waste management association, 59, 925-935.
2. Keith A. Weitz, Susan A. Torneloe, Subba R. Nisthala and Sherry Yarkosky, 2002; The impact of municipal solid waste management on GHG emissions in USA; Journal of air and waste management association, 52, 1000-1011.
3. Emission Factors Documentation for Ap-42, section 2.4, Municipal solid waste landfills, US EPA, August 1997.
4. EEA Briefing, 2008, 01; European Environmental Agency, 2008
5. Available and emerging technologies for reducing GHG emissions from municipal solid waste landfills; US EPA, June 2011
6. Emission estimation technique manual, for municipal solid waste (MSW) landfills, Version 2, Department of Environment, Water, Heritage and Arts, Australia, February 2010
7. Backare Babatunde Femi, Municipal solid waste: pre-treatment options and benefits on landfill emissions, World Academy of Science, Engineering and Technology 59, 2011.